

УДК629.113

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Бояркин С.В.,**Научный руководитель к.т.н., доцент Блянкинштейн И.М.*****Сибирский федеральный университет***

Настоящий обзор базируется на отчете «Национальной автотранспортной комиссии (NRTC) Austroads, Австралии» (The National Road Transport Commission (NRTC) and Austroads) [1]. Отчет включает результаты численного моделирования компьютерных моделей двух грузовых автомобилей в следующих программных комплексах: ADAMS, UMTRI's constant velocity Yaw/Roll program и AUTOSIM. Для всех упомянутых программ были использованы одинаковые входные данные.

Современное компьютерное моделирование способствует успешному внедрению и развитию перспективных инноваций на автомобильном транспорте, икак ожидается, будет играть центральную роль, как в развитии, так и в первоначальной демонстрации инновационных транспортных средств и понятий, поэтому к этому вопросу следует отнестись с должным вниманием.

Обычно считается, что транспортное средство (ТС) может быть изучено посредством сочетания натурных (физических) испытаний (или) компьютерного моделирования. Когда автомобиль доступен для тестирования, его можно провести через ряд необходимых тестов и оценить эффективность ТС руководствуясь физическими измерениями, полученными в результате эксперимента. Для подтверждения какого-либо из аспектов работы ТС могут быть разработаны и проведены полевые испытания для выявления количественной оценки конкретных эксплуатационных качеств.

Однако, по различным причинам полевые испытания не всегда желательны, удобны и не всегда доступны. Тестирование транспортных средств, обладающих низкими показателями устойчивости и управляемости либо проведение маневров сопряженных с высокой степенью риска, требуют тщательной подготовки и должного внимания, предъявляемого к требованиям техники безопасности, так как показано на (рис. 1).



Рис. 1. Обеспечение мер безопасности при проведении испытания автопоезда (B-double)

Стоимость мероприятий связанных с подготовкой автомобиля к проведению полевых испытаний зачастую требует высоких материальных затрат и в большинстве

случаев они являются неоправданно высокой. В физических экспериментах требуется соблюдение следующих условий, таких как, установка измерительного оборудования, подготовка полигона и т. д., также для получения достоверных результатов и выявления погрешностей в измерениях, требуется неоднократное повторение испытаний.

Компьютерное моделирование является привлекательной альтернативой для проведения натурных испытаний потому что, оно не требует реального ТС, предлагается большой выбор вариаций транспортных средств, которые могут быть изучены в широком диапазоне ситуации и маневров, модель может содержать любое сочетание переменных. Модели прототипов транспортных средств могут быть созданы и испытаны в различных условиях, без риска для водителя, материальной базы и самого ТС. Физические испытания, при необходимости, могут быть основаны на моделях, полученных в результате компьютерного моделирования (рис. 2).



Рис. 2. Компьютерная модель автопоезда (B-double)

Таким образом, основной целью изложенной в докладе NRTC/ Austroads, стало сравнение объективности программ пакетов компьютерного моделирования, используемых при оценке свойств большегрузных автомобилей.

Для рассмотрения были взяты компьютерные программы, которые являются наиболее востребованными и нашли широкое применение в Австралии, Новой Зеландии, Канаде и США, для моделирования и изучения автомобилей.

- 1) **ADAMS** (Ryan, 1993; Mechanical Dynamics, 2001) [2];
- 2) The University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI) «**Constant Velocity Yaw/Roll Model**» (Mallikarjunarao, 1981; Gillespie and MacAdam, 1982) [3];
- 3) **AUTOSIMTM** (Sayers, 1990; Sayers, 1993; Mechanical Simulation Corporation, 2001) [4].

Дадим краткую характеристику рассматриваемых программных пакетов.

ADAMS

Включает в себя полный набор интегрированных программных модулей для моделирования большого количества перемещений, трехмерного движения, широкий диапазон механических систем. ADAMS был разработан в конце 1970-х годов. Впервые эта программа была продемонстрирована при моделировании трехмерных механических и динамических систем, результаты моделирования были экспериментально подтверждены (Orlandeetal, 1977; OrlandeandChase, 1977). Программное обеспечение ADAMS генерирует математические уравнения, которые описывают динамику механических систем, а затем программа переходит к поиску решений на каждом отдельном этапе в процесс моделирования.

Constant Velocity Yaw/Roll Model

Программа Constant Velocity Yaw/Roll Model была разработана в 1980 году в (Mallikarjunarao, 1981; Gillespie and MacAdam, 1982). В отличие от ADAMS и AUTOSIM, эта программа является узкоспециализированной и разработанной для моделирования и проектирования большегрузных транспортных средств (грузовиков, тягачей, прицепов и полуприцепов).

AUTOSIM™

Это многофункциональная программа, которая генерирует математические уравнения для моделирования динамического поведения 3D моделей. Первоначально программа была разработана для генерации уравнений движения автомобилей и автокомпонентов, но программное обеспечение также предназначено для изучения компонентов общего назначения (шарниры, узлы, соединения и т.д.) Используя различные методы оптимизации, AUTOSIM упрощает математические уравнения для создания программного кода. Программы, созданные в среде AUTOSIM являются автономными и могут быть интегрированы в другие инженерные пакеты компьютерного моделирования.

В результате моделирования были созданы две компьютерные модели: автопоезд (B-double) и грузовик с прицепом (truck/trailer). Для каждого автомобиля было проведено по четыре теста: рывок и поворот руля на скорости 100 км/ч, а также смена полосы движения на скорости 88 км/ч и поворот на 90° по радиусу 11,25 м на малой скорости (10 км/ч).

Результаты тестов показали:

- компьютерные модели показали схожие результаты, что и результаты с участием водителя на натурных испытаниях (данные полученные при моделировании превосходили физические испытания на 7%);
- показания всех трех программных пакетов оказались в узком диапазоне разброса значений;
- результаты работы программ ADAMS, Constant Velocity Yaw/Roll Model и AUTOSIM получили хорошие отзывы независимых консультантов и были рекомендованы к использованию.

Среди российских разработок ПО в данной области можно выделить «Универсальный механизм». Программный комплекс Универсальный механизм (UM) разработан в Брянском государственном техническом университете (БГТУ) и предназначен для моделирования динамики и кинематики плоских и пространственных механических систем [5].

Программа ориентирована на инженеров-практиков, студентов и преподавателей вузов, всех, кто сталкивается с проблемами исследования динамического поведения машин и механизмов. Механизмы описываются как системы твердых тел, шарниров и силовых элементов.

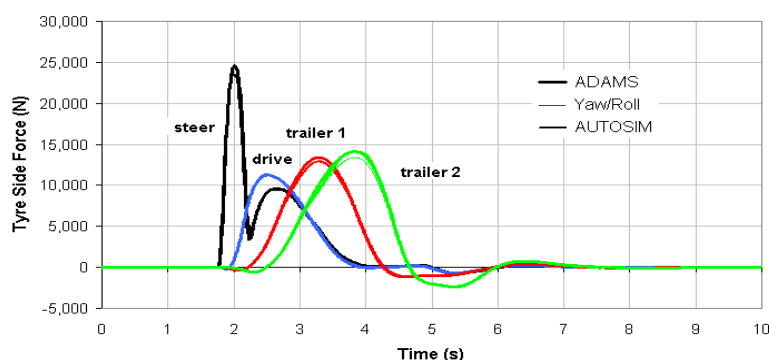
Поддерживается непосредственная анимация движения вашей модели в процессе расчета. Для анализа доступны практически все необходимые величины: координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и т.д.

Лаборатория вычислительной механики БГТУ предлагает различные варианты приобретения или аренды программного обеспечения на базе UM, а также услуги по

обучению и проведению исследований в области моделирования динамики механических систем. Студентам и научным сотрудникам предоставляются скидки.

Разработчики UM, используя имеющиеся имитационные модели большегрузных автомобилей в ПО ADAMS, Constant Velocity Yaw/Roll Model и AUTOSIM, провели сравнительные исследования возможностей российского продукта на типовых режимах. Например, результаты моделирования динамики автопоезда при определении поперечных сил в шинах в маневре «смена полосы движения», представлены на рис. 3. Как видно из рис. 3, ПО UM дает результаты, адекватные рассмотренным программным пакетам ADAMS, Constant Velocity Yaw/Roll Model и AUTOSIM. Сравнение графиков показывает хорошую сходимость результатов моделирования во всех четырех программах.

ADAMS
Yaw/Roll
AUTOSIM



UM

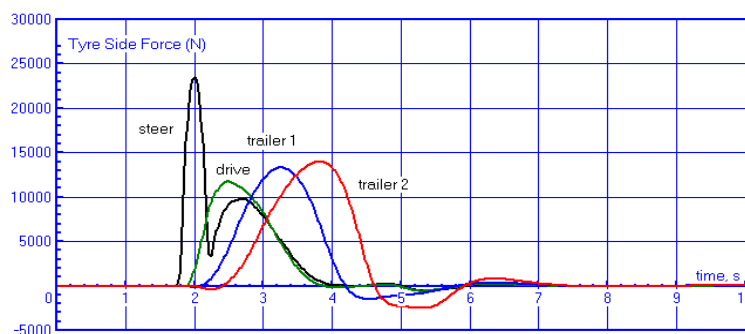


Рисунок 3. Результаты моделирования динамики автопоезда при определении поперечных сил в шинах в ПК ADAMS, Constant Velocity Yaw/Roll Model, AUTOSIM и UM.

Выводы

1. Компьютерное моделирование позволяет решать задачи исследования динамики движения автопоездов с высокой достоверностью, что обеспечивает снижение затрат на проведение натурных испытаний.

2. Российский программный пакет «Универсальный механизм» (UM), разработанный лабораторией вычислительной механики БГТУ, не уступает аналогичным зарубежным разработкам, может и должен широко использоваться в учебном процессе при подготовке автомобильных инженеров, а также при решении исследовательских задач в сфере транспорта.

Список литературы:

1. Comparison of Modelling Systems for Performance-Based Assessmentsof Heavy Vehicles (Performance Based Standards - NRTC/Austroads Project A3 and A4) October 2001. [Электронныйресурс]. – Режимдоступа :
<http://www.ntc.gov.au/filemedia/Reports/ComparisonModellingSystemsPerfor.doc>
2. ADAMS (Ryan, 1993; Mechanical Dynamics, 2001) [Электронныйресурс]. – Режимдоступа: <http://www.mscsoftware.com/product/adams>
3. Constant Velocity Yaw/Roll Model (Mallikarjunarao, 1981; Gillespie and Mac Adam, 1982) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.carsim.com/>
4. The AUTOSIM acronym is derived from «AUTOMatically generate SIMulation codes».
5. «Универсальный механизм»UM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.umlabor.ru>